

BAB II

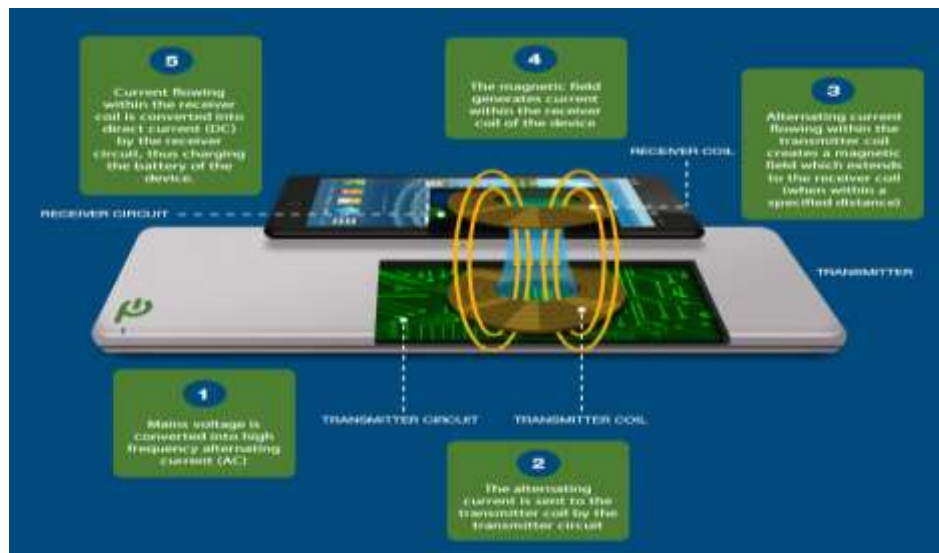
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Induktive Charging*

Inductive Charging adalah sebuah proses pengisian daya tanpa kabel dengan menggunakan medan elektromagnetik untuk mentransfer energi antara dua benda (dalam hal ini dari *pad* ke *handphone*) melalui sebuah rangkaian pengiriman (*Transmitter*). Energi yang ditransfer diterima oleh *receiver* yang akan digunakan untuk mengisi baterai *handphone*.

Inductive Charging menggunakan dua buah kumparan induksi, kumparan induksi pertama untuk menciptakan medan elektromagnetik dari dalam *base station* pengisian dan kumparan induksi kedua dalam perangkat portabel yang berfungsi menerima daya dari medan elektromagnetik dan mengubahnya kembali menjadi arus listrik untuk mengisi baterai. Kedua kumparan induksi dalam jarak tertentu bergabung membentuk sebuah transformator listrik yang nantinya akan menghasilkan medan magnet.

(sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Inductive_charging)



Gambar 2.1 Proses *Inductive Charger*

(Sumber: <http://powerbyproxi.com/wp-content/uploads/2014/05/>)

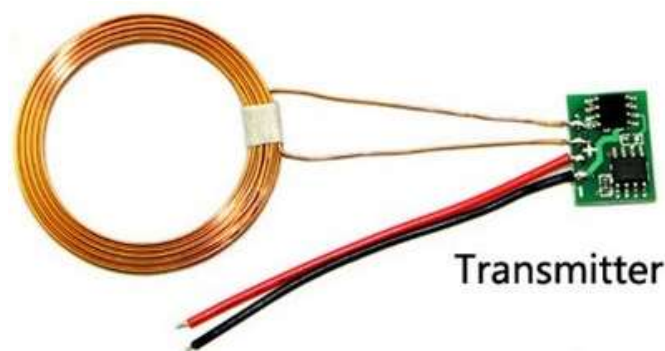


Dari gambar 2.1 dapat dilihat bahwa pengisian daya pada *handphone* dengan menggunakan teknologi *inductive charger* terdiri atas beberapa tahap, yaitu:

1. Tegangan listrik dengan arus bolak-balik (AC) frekuensi tinggi masuk ke rangkaian pemancar (*transmitter*)
2. Arus AC dikirim ke kumparan pemancar oleh rangkaian pemancar
3. Arus AC yang mengalir dalam kumparan pemancar menciptakan medan magnet yang meluas ke kumparan penerima/*receiver* pada *handphone* (bila dalam jarak tertentu)
4. Medan magnet menghasilkan arus dalam kumparan penerima pada *handphone*
5. Arus yang mengalir dalam kumparan penerima diubah menjadi arus searah (DC) oleh rangkaian penerima, sehingga dapat digunakan untuk melakukan pengisian daya pada baterai *handphone*.

2.2 Transmitter Inductive Charger

Transmitter Inductive Charger terdiri dari kumparan induksi (L), kapasitor (C) dan IC XKT-408 untuk menghasilkan medan magnet yang dapat digunakan dalam proses transfer energi. *Transmitter* berfungsi untuk menciptakan medan magnet melalui kumparan primer yang kemudian akan diterima oleh *receiver* untuk melakukan proses pengisian daya *handphone*.



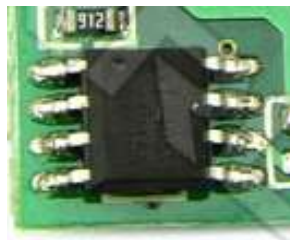
Gambar 2.2 Transmitter

(Sumber: <http://forum.winpoin.com/attachment.php?aid=38>)



2.2.1 IC XKT-408

IC XKT-408 adalah seri sirkuit terpadu yang menggunakan teknologi CMOS dengan akurasi yang tinggi dan mempunyai karakteristik stabilitas yang baik serta dapat diaplikasikan sebagai sensor cerdas dalam proses pengisian daya tanpa kabel.



Gambar 2.3 IC XKT-408

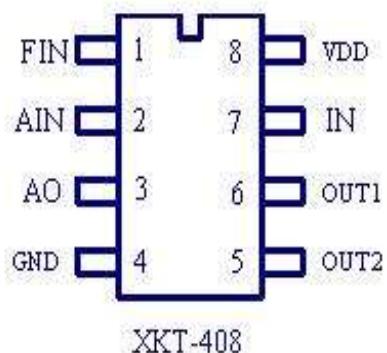
(Sumber: <http://forum.winpoin.com/attachment.php?aid=38>)

2.2.2 Fitur IC XKT-408

- Automatic frequency lock
- Deteksi beban otomatis
- Kontrol daya otomatis
- Memtransfer energi dengan kecepatan tinggi
- Efisien konversi energi elektromagnetik

2.2.3 Pin Out IC XKT-408

Tabel 2.1 Pin Out IC XKT-408



Gambar 2.4 Pinout ICXKT-408

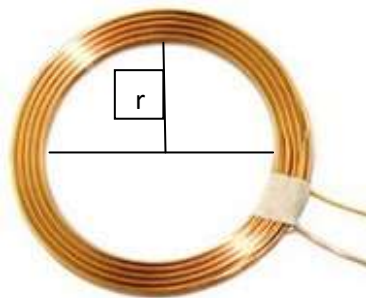
(Sumber: www.liucr.com/cpjs)

No. Pin	Keterangan dan Fungsi	
1	Fin	Deteksi Frekuensi
2	Ain	Deteksi Tegangan
3	Aout	Sensitivitas
4	GND	Ground
5	OUT 2	Output 1
6	OUT 1	Output 2
7	IN	Input
8	VCC	VCC



2.2.4 Kumparan Primer

Kumparan Primer adalah *coil* yang berupa lilitan kabel yang jumlah lilitannya sama dengan kumparan sekunder. Pada bagian *transmitter inductive charger*, kumparan primer dililit dengan bentuk spiral berintikan udara seperti pada gambar 2.5, berfungsi untuk menghasilkan medan magnet yang dapat digunakan untuk melakukan tranfer energi listrik ke *receiver*.



Gambar 2.5 Lilitan spiral berintikan udara

(Sumber: <http://forum.winpoin.com/attachment.php?aid=38>)

Untuk menghitung induksi elektromagnetik yang dihasilkan dari lilitan spiral berintikan udara, dapat digunakan rumus berikut:

$$L = \frac{r^2 N^2}{(2r + 2.8d) \times 10^5}$$

(sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/Induktor>)

Dengan:

L = Induksi elektromagnetik

N = Jumlah lilitan

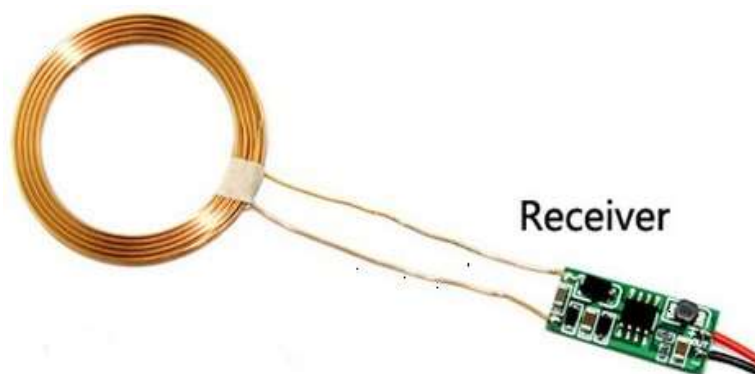
r = Jari-jari lilitan

d = Diameter kawat



2.3 Receiver Inductive Charger

Receiver merupakan penerima gelombang elektromagnetik dari *transmitter* dengan proses resonansi magnetik, untuk mendapatkan penerima gelombang yang dengan efisiensi tinggi, maka frekuensi resonansi pada rangkaian *receiver* di usahakan sama dengan frekuensi resonansi pada rangkaian *transmitter* agar mutual induksi dapat terjadi. Rangkaian *receiver* terdiri dari kumparan induksi (kumparan sekunder) dan kapasitor untuk menerima energi listrik yang ditransfer oleh rangkaian *transmitter*.



Gambar 2.6 Receiver

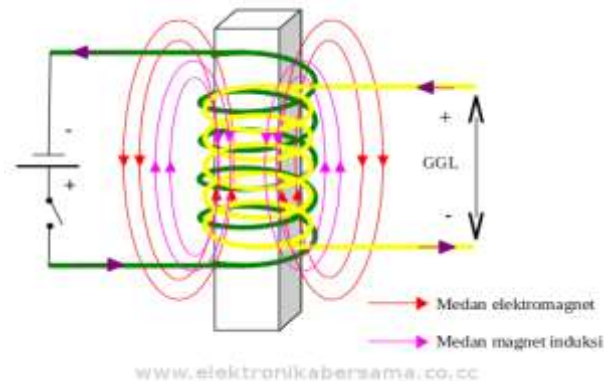
(Sumber: <http://forum.winpoin.com/attachment.php?aid=38>)

2.4 Induksi Elektromagnetik

Induksi elektromagnetik adalah efek dari medan magnet yang terbentuk disekitar konduktor pembawa arus yang bersifat menahan perubahan arus, arus listrik yang melewati konduktor membuat medan magnet sebanding dengan besar arus.

Induksi elektromagnetik yang menyebabkan timbulnya potensial listrik secara proporsional terhadap arus yang mengalir pada suatu rangkaian disebut sebagai induksi sendiri, sedangkan apabila potensial listrik dalam suatu rangkaian ditimbulkan oleh perubahan arus dari rangkaian lain disebut sebagai induksi bersama.

(sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Induksi_Elektromagnetik)



Gambar 2.7 Induksi Elektromagnetik

(Sumber: www.elektronikabersama.co.cc)

2.5 Konversi Garis Gaya Magnet (GGM) menjadi Gaya Gerak Listrik (GGL)

Konversi energi baik dari energi listrik menjadi energi mekanik atau sebaliknya yaitu dari energi mekanik menjadi energi listrik berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari satu sistem ke sistem lainnya akan tersimpan sementara pada medium medan magnet kemudian dilepaskan menjadi energi sistem lainnya. Dengan demikian magnet selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sebagai medium untuk mengkopel proses perubahan energi.

(Zuhal,1995, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*:66)

Seperti yang diketahui bahwa tiap magnet memiliki kutub magnet yang berlawanan yaitu kutub utara dan selatan. Sama halnya dengan muatan listrik, kutub yang senama apabila didekatkan akan terjadi tolak menolak dan kutub yang berlawanan jika didekatkan akan terjadi tarik menarik. Ketika terjadi tolak-menolak atau tarik-menarik tersebut terdapat daerah medan magnet diantara kutub utara dan selatan. Medan magnet tersusun dari garis-garis yang keluar dari kutub utara menuju kutub selatan yang disebut garis gaya magnet (ggm), semakin kuat medan magnet maka semakin banyak pula garis gaya magnetnya. Jumlah garis gaya magnet yang keluar dari kutub utara magnet disebut fluks magnet yang



disimbolkan Φ_m dengan satuan internasional Weber (Wb) dimana 1 Weber = 10^8 garis gaya magnet.

(Surya Darma, M.sc. 2006, *Induksi Magnetik*, hlm:3)

Apabila garis gaya magnet (fluks) yang dihasilkan berubah-ubah terhadap waktu, maka suatu medan listrik akan dibangkitkan atau diinduksikan dan menghasilkan gaya gerak listrik (GGL) induksi, hubungan ini dinyatakan oleh Hukum Faraday yaitu “*GGL induksi yang timbul antara ujung-ujung loop suatu penghantar berbanding lurus dengan laju perubahan fluks magnetik yang dilingkupi oleh loop penghantar tersebut*” dan dapat ditentukan dengan persamaan seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1.

(Zuhal,1995, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*:13, *Gaya Gerak Listrik Ditinjau Dari Gaya Magnet dengan Gaya Lauren*, (online))

$$V_{\text{ind}} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

(Sumber: Dr.Budi Mulyanti, M.Si, *Induksi Em Dan Hukum Faraday; Rangkaian Arus Bolak Balik*)

Ket:

Φ = fluks linkage = Medan Magnet \times luas penampang = $B \times A$

t = waktu

Besarnya gaya gerak magnet diantara dua buah kumparan kawat berarus listrik yang terpisah dengan jarak tertentu dapat ditentukan dengan rumus :

$$F = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}$$

(Sumber: Asriani, dkk, *Makalah tentang Kemagnetan/Induksi Elektromagnetik*)

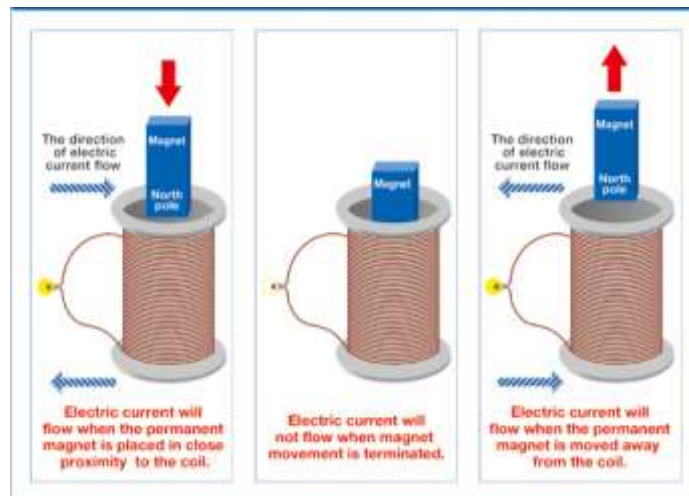
Ket:

F = gaya gerak magnet

μ_0 = Permeabilitas vakum ($4\pi \times 10^{-7}$ Wb/Am)

I = Arus pada kumparan (A)

a = jarak antar kumparan (m)



Gambar 2.8 Prinsip Timbulnya Gaya Gerak Listrik (GGL)

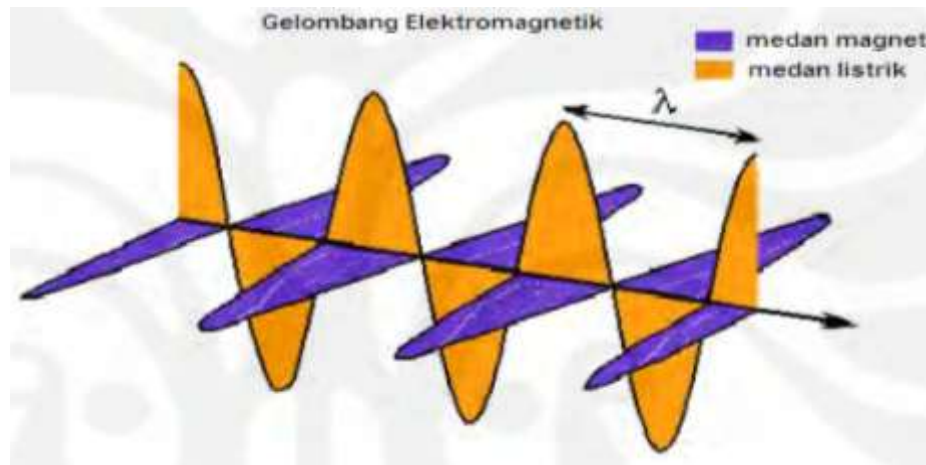
(http://www.mitsubishielectric.com/company/environment/ecotopics/vibration/spring/index_print.html)

2.6 Resonansi Elektromagnetik

Resonansi adalah suatu gejala suatu sistem yang dalam suatu frekuensinya cenderung untuk menyerap lebih banyak energi dari lingkungan. Dengan kata lain, resonansi adalah sebuah fenomena dimana jika suatu objek atau benda bergetar, maka benda lain dengan frekuensi yang sama akan ikut bergetar juga. Resonansi elektromagnetik ada secara luas di dalam sistem elektromagnetik, medan elektromagnetik itu sendiri merupakan bidang energi yang dapat memberikan energi untuk digunakan dalam proses terjadinya aliran listrik.

Radiasi gelombang elektromagnetik sendiri mengandung energi, tidak peduli apakah ada penerima atau tidak, energi dari gelombang elektromagnetik itu secara terus menerus dikonsumsi. Jika kita dapat membuat suatu medan magnetik non-radiasi dengan frekuensi resonansi tertentu, maka dapat dihasilkan suatu resonansi elektromagnetik.

(sumber: Chunbo Zhu, Kai Liu, Chunlai Yu, Rui Ma, Hexiao Cheng. “*Simulation and Experimental Analysis on Wireless Energy Transfer Based on Magnetic Resonances*”)



Gambar 2.9 Gelombang Elektromagnetik

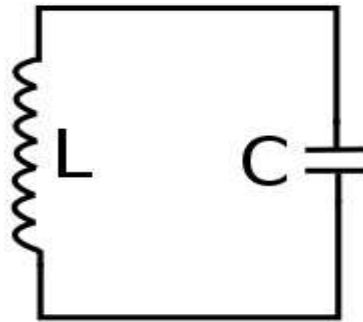
(Sumber: [Http://witricity.com/pages/technology.html](http://witricity.com/pages/technology.html))

Secara umum, sistem elektromagnetik dengan frekuensi resonansi sama, memiliki kelemahan dalam jarak tertentu. Dua sistem dengan frekuensi resonansi yang sama akan menghasilkan resonansi magnetik yang kuat dan membentuk sebuah sistem resonansi magnetik. Jika ada lebih dari dua penghasil resonansi dalam rentang yang masih efektif, mereka juga dapat bergabung dengan sistem resonansi magnetik ini.

Satu resonator dapat dihubungkan dengan pasokan listrik terus-menerus untuk berperan sebagai sumber energi dan yang lainnya mengkonsumsi energi, sehingga sistem pengiriman energi ini dapat terwujud. Dengan kata lain, sistem ini dapat mengirimkan energi dari satu tempat ke tempat lain melalui medan magnet yang tidak terlihat (*wireless*).

2.6.1 Rangkaian Pembangkit Resonansi

Rangkaian pembangkit resonansi (Gambar 2.10) adalah suatu rangkaian resonansi yang terdiri dari induktor (L) dan kapasitor (C). Rangkaian pembangkit resonansi biasa digunakan untuk menghasilkan sumber arus bolak balik atau sebagai pembangkit sinyal.

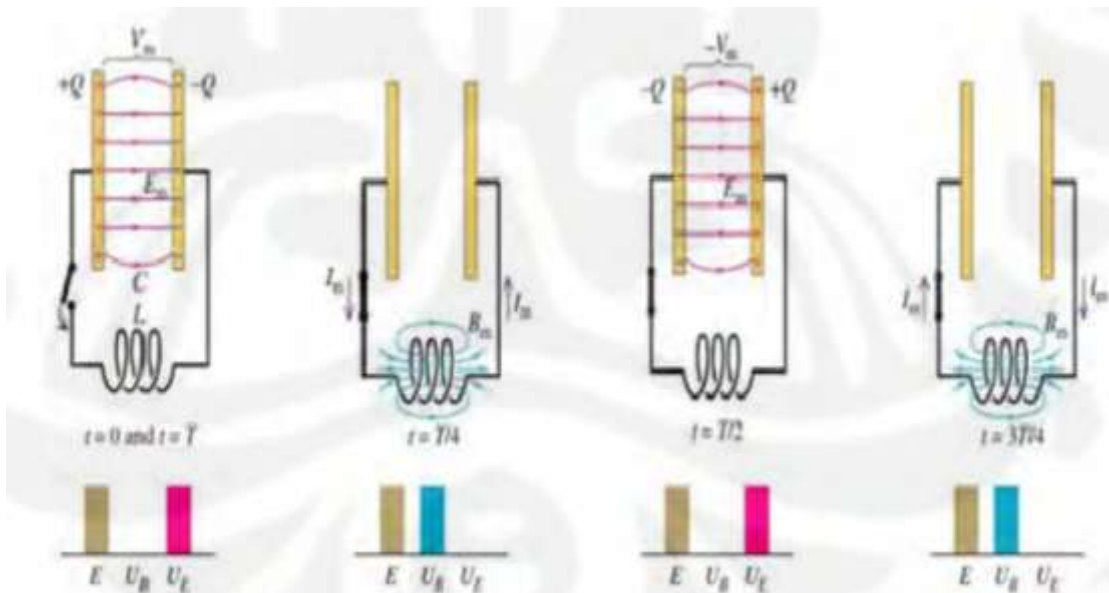


Gambar 2.10 Rangkaian LC

(Sumber: <http://www.google.co.id/imgres?imgurl>)

2.6.2 Prinsip Kerja Rangkaian Pembangkit Resonansi

Prinsip kerja rangkaian pembangkit resonansi adalah menghasilkan sinyal bolak balik atau berosilasi dengan menggunakan kumparan induksi (L) dan kapasitor (C). Kapasitor menyimpan energi di dalam medan listrik, sedangkan induktor menyimpan energi di dalam medan magnet berdasarkan besarnya arus yang melalui induktor tersebut. Gambar 2.11 menjelaskan tentang prinsip kerja rangkaian pembangkit resonansi.



Gambar 2.11 Prinsip Kerja Rangkaian Pembangkit Resonansi

(Sumber: [Http://witricity.com/pages/technology.html](http://witricity.com/pages/technology.html))



Pada gambar 2.11, posisi paling kiri menunjukkan awal, $t = 0$ atau $t = T$, dimana nilai kapasitor maximum, dan tidak ada arus mengalir. Pada saat saklar mulai ditutup yaitu antara $t = 0$ sampai $t = T/4$, terjadi rangkaian tertutup, kapasitor mulai *discharge*, dan arus mengalir berlawanan arah jarum jam menuju induktor dan terus meningkat.

Pada kondisi $t = T/4$, kapasitor bernilai minimum, arus yang mengalir maksimum dan masih berlawanan arah jarum jam. Dari $t = T/4$ sampai $t = T/2$, arus terus mengalir mengisi kapasitor dengan sisi yang berlawanan, dan arus yang mengalir mulai berkurang.

Pada saat $t = T/2$, tidak ada lagi arus yang mengalir di rangkaian, dan kapasitor maksimum. Dari $t = T/2$ sampai $t = 3T/4$, kapasitor mulai *discharge*, dan arus mengalir searah jarum jam dan terus meningkat.

Pada saat $t = 3T/4$, kapasitor sudah kosong, arus mengalir maksimum melewati induktor searah jarum jam. Dari $t = 3T/4$ sampai $t = T$, kapasitor mulai mengisi kembali, arus berjalan menuju kapasitor dengan sisi yang sama dengan sisi awal searah jarum jam dan terus menurun sampai kapasitor penuh. Hal ini terus berulang ke awal, sehingga didapatkan sinyal bolak balik.

2.7 Baterai Lithium Polymer (Li-Po)

Baterai adalah komponen aktif listrik-kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik. Sebuah baterai biasanya terdiri dari tiga komponen penting, yaitu:

- Batang karbon sebagai *anode* (kutub positif baterai)
- Seng (Zn) sebagai *katode* (kutub negatif baterai)
- Pasta sebagai elektrolit (penghantar)

(Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/Baterai>)

Berdasarkan sifat kimianya, baterai terdiri dari dua jenis yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai sekali pakai disebut juga dengan baterai primer, sedangkan baterai isi ulang disebut dengan baterai sekunder. Baik baterai primer maupun baterai sekunder, kedua-duanya bersifat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai primer hanya bisa dipakai sekali, karena



menggunakan reaksi kimia yang bersifat tidak bisa dibalik (*irreversible reaction*). Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang karena reaksi kimianya bersifat bisa dibalik (*reversible reaction*).

Kapasitas maksimum yang dapat digunakan dari suatu baterai dalam berbagai waktu *discharge* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kapasitas dan Waktu *Discharge*

Kapasitas Baterai (%)	Durasi <i>Discharge</i> (Jam)
100	20
87	10
83	8
75	6
70	5
60	3
50	2
40	1

(Sumber : <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-9448-2205100061-Presentation.pdf>)

Adapun rumus untuk menghitung kapasitas baterai dan lama waktu pengisian dapat dilihat pada persamaan (1) dan (2).

$$\text{Kapasitas baterai(Ah)} = \text{Arus Charger(A)} \times \text{Lama Pengisian(h)} \quad \dots(1)$$

(Sumber : <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-9448-2205100061-Presentation.pdf>)

$$\text{Lama Pengisian (h)} = \frac{\text{Kapasitas baterai (Ah)}}{\text{Arus Charger (A)}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Kapasitas Efektif (mAh)} = \text{Kapasitas Baterai (mAh)} \frac{\text{Tegangan Output Baterai (V)}}{5 \text{ V}} \quad \dots(3)$$

Pada pembuatan *inductive charger* digunakan jenis baterai sekunder yang dapat diisi ulang, yaitu baterai *lithium polymer* yang mempunyai tegangan 7,4V (2



cells) dan berkapasitas 4000 mAH. Baterai Li-Po merupakan generasi paling baru dari baterai isi ulang. Selain ramah lingkungan, keunggulannya diatas baterai Li-ion.

Baterai Li-Po 2 cells memiliki tegangan maksimal 8,4 V karena tiap cell di atur 4,2 V pada variabelnya. Contoh baterai Li-po dapat dilihat pada gambar 2.15.

(<http://batteryuniversity.com>)



Gambar 2.12 Baterai Li-po

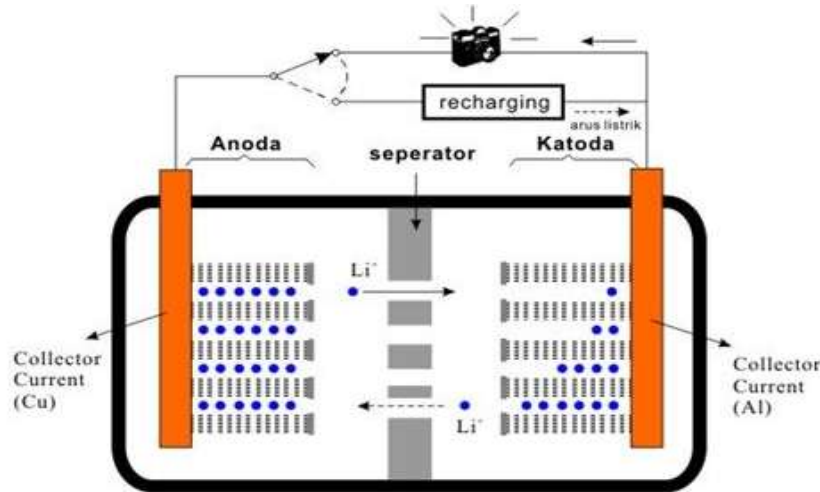
(sumber: <http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/catalog>)

Karakteristik baterai Li-Polymer:

- Tegangan nominal baterai Li-Polymer adalah 3,6 volt
- Elektrolit dalam baterai Li polymer berbentuk padat dan tidak raktif sehingga menyederhanakan *casing* baterai
- Baterai Li-Polymer dapat dibuat dalam ukuran yang sangat tipis dan *flexible* sehingga cocok digunakan dalam peralatan berukuran Mini
- Dibandingkan dengan baterai Li-Ion, baterai Li-Polymer dengan kapasitas yang sams bobotnya lebih ringan 10 – 15%.
- Baterai Li-Polymer lebih cepat kehilangan kapasitasnya.

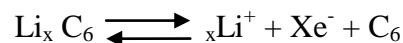


2.7.1 Proses Pengosongan (*Discharge*) dan Pengisian (*Charging*) Baterai

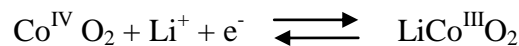


Gambar 2.13 Proses Pengisian dan Pengosongan Baterai

Proses Pengosongan (*discharge*) terjadi ketika baterai digunakan atau terbebani. Pada saat digunakan, elektron mengalir dari anoda melalui beban ke katoda, kemudian ion-ion negatif mengalir ke anoda dan ion-ion positif mengalir ke katoda. Adapun reaksi kimia untuk proses pengosongan (*discharge*) baterai, yaitu :



Proses pengisian (*Charging*) baterai terjadi ketika arus listrik dialirkan dari anoda menuju katoda untuk me-regenerasi elektroda-elektroda yang telah digunakan sehingga ion-ion negatif akan kembali mengalir ke katoda dan ion-ion positif kembali mengalir ke anoda. Adapun reaksi kimia untuk proses pengisian (*charging*), yaitu :



2.8 Indikator Level Baterai

Rangkaian indikator level baterai adalah suatu rangkaian elektronika yang dapat digunakan untuk mengukur level tegangan *battery / accumulator*. Komponen utama untuk membuat rangkaian indikator level baterai ini adalah

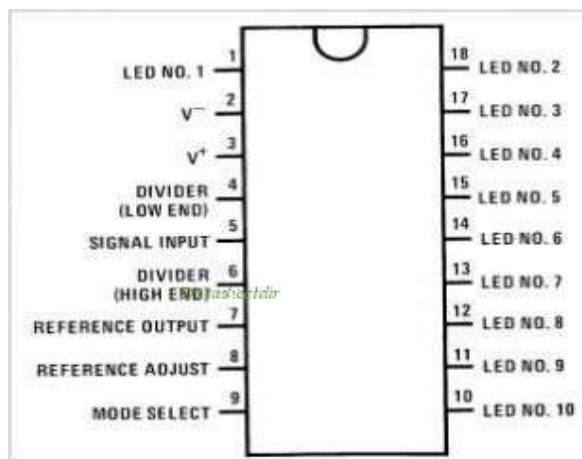


sebuah IC LM3914. IC LM3914 pada “rangkaian indikator level baterai” adalah sebuah IC monolitik yang berfungsi untuk mengubah tegangan analog kemudian akan mengkodekan level tegangan input tersebut dengan menyalakan 10 LED yang menghasilkan tampilan analog secara *linier* terhadap tegangan input yang diberikan. Rangkaian indikator level baterai ini terdiri dari IC LM3914, 10 buah led, dan beberapa resistor.



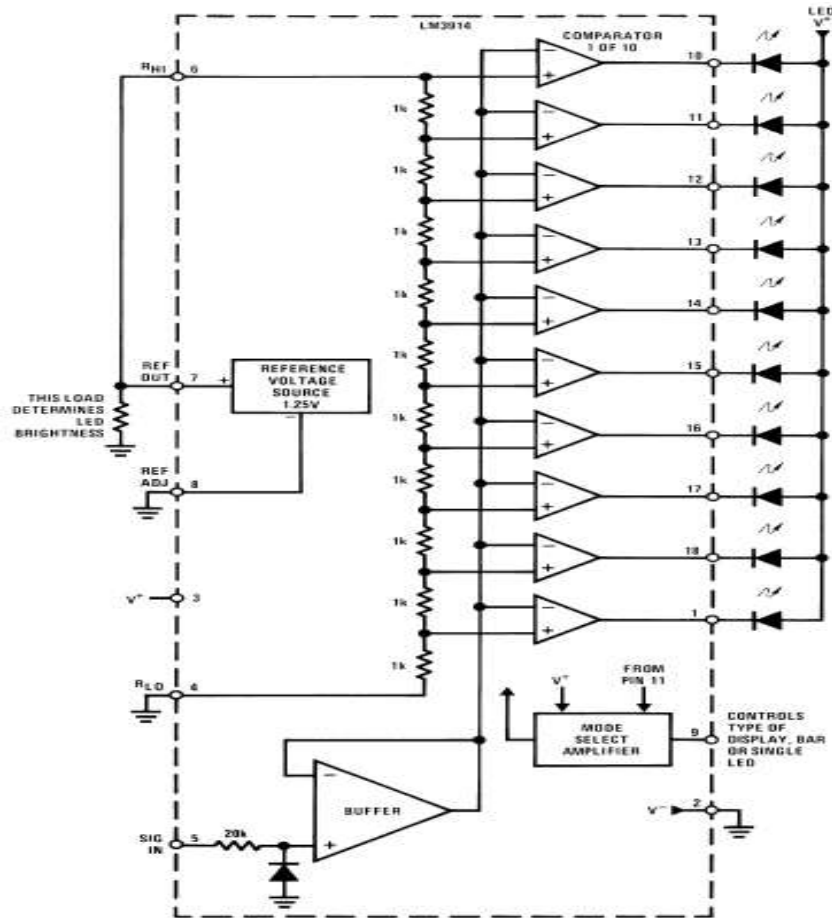
Gambar 2.14 IC LM3914

(Sumber: <http://www.electroschematics.com>)



Gambar 2.15 Pin Out IC LM3914

(Sumber: <http://www.electroschematics.com>)



Gambar 2.16 Rangkaian IC LM 3914
(Sumber: <http://www.electroschematics.com>)

2.9 Handphone

Telepon seluler (ponsel) atau *handphone* (HP) adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon konvensional saluran tetap, namun dapat dibawa ke mana-mana (portabel, *mobile*) dan tidak perlu disambungkan dengan jaringan telepon menggunakan kabel (*wireless*). Sama seperti perangkat elektronik lainnya, ponsel juga menggunakan baterai yang tidak kontinu/ berkapasitas terbatas sebagai sumber energi listrik untuk melakukan semua fungsinya seperti menelpon, sms, browsing dan lain sebagainya sehingga perlu dilakukan pengisian ulang daya pada baterai ponsel tersebut dengan menggunakan alat pengisi daya baterai (*charger*).

(sumber: http://id.wikipedia.org/wiki/Telepon_genggam)



Gambar 2.17 Handphone

(Sumber: <http://cdn2.mos.techradar.futurecdn.net/Review images>)

Kapasitas daya pengisi baterai yang ada sangat bermacam-macam, kapasitas daya pengisi baterai ditunjukkan dengan satuan mAh (*mili Ampere hour*). Dimulai dari 1000 mAh, 1500 mAh, 2700 mAh, 4000 mAh, 5200 mAh, 6000 mAh, 8000 mAh, 9000 mAh, 12000 mAh, bahkan ada yang hingga 18000 mAh. Pengisi baterai juga memiliki tegangan output, tegangan output standar yang dimiliki oleh pengisi baterai adalah 5V, Namun sebagian besar pengisi baterai yang ada memiliki tegangan output kurang dari 5V. Adapun cara untuk menghitung kapasitas efektif yang dapat dihasilkan oleh suatu *charger handphone* dapat digunakan rumus dari persamaan (3):

Misal, pengisi baterai memiliki kapasitas 5200 mAh dengan tegangan output 3,7V, maka kapasitas efektif dari pengisi baterai ini adalah:

$\text{Kapasitas Efektif (mAh)} = \text{Kapasitas Baterai (mAh)} \times \frac{\text{Tegangan Output Baterai (V)}}{5 \text{ V}}$

$$5200 \times (3,7/5) = 3848 \text{ mAh.}$$

Namun, dengan adanya kemungkinan bahwa perangkat baterai ini kehilangan kapasitas yang dipunya sebanyak 15% atau kehilangan daya sebesar 577,2 mAh, maka kapasitas efektif murni yang dimiliki oleh pengisi baterai adalah:

$$3848 - 577,2 = 3270,8 \text{ mAh}$$